

Observational Study of Compact Groups of Galaxies

| | |
|--------|---|
| 著者 | 西浦 慎悟 |
| 号 | 42 |
| 学位授与番号 | 1674 |
| URL | http://hdl.handle.net/10097/38628 |

| | |
|-------------|---|
| 氏 名・（本 籍） | にし うら しん ご 西 浦 慎 悟 |
| 学 位 の 種 類 | 博 士（理 学） |
| 学 位 記 番 号 | 理 博 第 1 6 7 4 号 |
| 学位授与年月日 | 平 成 11 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 |
| 研 究 科，専 攻 | 東北大学大学院理学研究科（博士課程）天文学専攻 |
| 学 位 論 文 題 目 | Observational Study of Compact Groups of Galaxies (コンパクト銀河群の観測的研究) |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査) 教 授 土 佐 誠 教 授 二 間 瀬 敏 史 助教授 谷 口 義 明, 野 口 正 史 |

論 文 目 次

- 1 Deep Optical Search for Common Optical Envelopes around Hickson Compact Groups of Galaxies
 - 1 INTRODUCTION
 - 2 SAMPLE
 - 3 OBSERVATIONS
 - 4 RESULTS
 - 4.1 Detection of the Common Optical Halo in HCGs
 - 4.2 Comments on the HCGs without the Common Optical Envelope
 - 4.3 The Common Optical Envelope vs. the soft X-ray Halo
 - 4.4 Morphological Properties of HCG Galaxies
 - 5 DISCUSSION
 - 5.1 The Luminosity-Velocity Dispersion Relation for the HCGs with COE
 - 5.2 The Luminosity-Size Relation for the HCGs with COE
 - 5.3 The Size-Velocity Dispersion Relation for the HCGs with COE
 - 5.4 The Fundamental Plane for the HCGs with COE
 - 5.5 Mass-to-Light Ratio of HCGs
- A The Data of Field Elliptical Galaxies
- B The Fundamental Plane of Elliptical Galaxies
- C Fundamental Plane of Clusters of Galaxies
- 2 Deep Optical Imaging of a Compact Group of Galaxies, Seyfert's Sextet: Direct Evidence for the Dark Matter Associated with the Individual Galaxies
 - 1 INTRODUCTION
 - 2 OBSERVATIONS
 - 2.1 R-band Imaging

2.2 Optical Spectroscopy

3 RESULTS AND DISCUSSION

3 The Nuclear Activity of the Galaxies in the Hickson Compact Groups

1 INTRODUCTION

2 OBSERVATIONS

3 RESULTS

3.1 Classification of Emission-line Activity

3.2 Nuclear Activity versus Group Properties

3.3 Comparison of the Nuclear Activity between the HCG galaxies and Field Galaxies

4 DISCUSSION

論文內容要旨

In chapter I, we present results of optical (R and I bands) deep CCD imaging survey for a sample of 30 Hickson compact group of galaxies (HCGs). These data are used to investigate whether or not they have common optical envelopes (COE) which are considered to show strong evidence for the physical association of the member galaxies. We find that thirteen HCGs have the COE while fourteen HCGs have no COE above a surface brightness level of the 25 magnitudes per square arcsecond in R-band. Our search was made for the HCGs whose R-band limiting surface brightness is below the 25.75 magnitudes per arcsecond in R-band. The remaining three HCGs are not studied because their CCD images were taken at shallower levels.

Since the presence of COE means that member galaxies in a group have already experienced many galaxy interactions (i.e., a part of stars associated with the galaxies have been striped out by the interactions), it is considered that the HCGs with COE are dynamically-bound, real compact groups of galaxies. We find that almost all the HCGs with COE also have extended soft X-ray halos. This strengthens that they are real compact groups. Therefore, we conclude that the finding COE provides a powerful tool to identify real compact groups.

For the HCGs with COE, we find a so-called fundamental plane. This relation is different from that expected for a virialized system. The main reason for this difference is that the mass-to-luminosity ratio for the HCGs is proportional to the luminosity itself for the HCGs with COE. This relationship is also independently obtained by comparing the dynamical masses of the HCGs with their B luminosities.

We find that the relation between the dynamical mass-to-luminosity ratio and the size for the HCGs with COE is indistinguishable from that for elliptical galaxies studied by Bahcall, Lubin, & Dorman. This suggests strongly that the dark matter is associated mainly with galaxies even for the HCGs. This is understood reasonably if the dark matter of galaxies extends spatially up to ~ 100 kpc, as suggested by Bahcall et al., because the typical size of HCGs is also ~ 100 kpc. Comparing the dynamical masses with the luminous masses for the HCGs with COE, we find that the mass of the dark matter is up to \sim ten times as high as the luminous mass. If the HCGs with COE will merge into one dynamical system, which is believed to be the natural consequence such galaxy associations, they will evolve to giant field elliptical galaxies with dark matter extending up to ~ 100 kpc.

In chapter II, recently, the X-ray satellite ROSAT has been used to investigate the dark matter content in a large number of groups of galaxies because the hot gas probed in the soft X-ray is generally believed to be gravitationally

bound to the groups. Although the majority of groups of galaxies detected by ROSAT show round-shaped morphologies in the soft X-ray, some groups such as Seyfert's Sextet (SS) show irregular-shaped soft X-ray morphologies. In order to understand the origin of the irregular-shaped soft X-ray morphology of SS, we have obtained a deep R-band optical image of this group. Our image shows that a faint envelope down to a surface brightness $\simeq 26$ magnitudes per square arcsecond in R-band surrounds the member galaxies. Comparing this optical faint envelope with the soft X-ray image, we find that both the images are remarkably similar in morphology. Since the optical faint envelope should be attributed to stars liberated from the member galaxies through historical tidal interactions, this similarity provides direct morphological evidence that the dark matter was originally associated with the individual galaxies and are now spreading out around the group.

In chapter III, in order to investigate the nuclear activity of galaxies resided in compact groups of galaxies, we present results of our optical spectroscopic program made at Okayama Astrophysical Observatory. We have performed optical spectroscopy of 69 galaxies which belong to 29 Hickson Compact Groups (HCGs) of Galaxies. Among them, three galaxies have discordant redshifts. Further, spectral quality is too poor to classify other three galaxies. Therefore, we describe our results for the remaining 63 galaxies.

Our main results are summarized below. (1) We have found in our sample; 31 AGN, 17 HII nuclei, and 15 normal galaxies which show no emission line. Adding the sample of Coziol et al. (13 AGNs, 6 HII nuclei, and 8 normal galaxies) to our sample, we obtain a large sample consists of 44 AGNs, 23 HII galaxies, and 23 normal galaxies (90 galaxies in total). We used this extended HCG sample for statistical analyses. (2) Comparing the frequency distributions of activity types between the HCGs and the field whose data are taken from Ho, Filippenko, & Sargent (387 field galaxies), we find that the frequency of HII galaxies in the HCGs is significantly less than that in the field. (3) However, our HCG sample contains more early-type galaxies than the field, the above difference may be due to this morphology bias because it is known that HII nuclei are rarer in early-type galaxies than in later ones. (4) Correcting this morphological bias to the HCG sample, we find that there is no statistically significant difference in the frequency of occurrence of emission-line galaxies between the HCGs and the field. This implies that the dense galaxy environment in the HCGs does not affect triggering both the nuclear activity and the nuclear starburst. We discuss some implications on the nuclear activity in the HCG galaxies.

論文審査の結果の要旨

本研究の目的はコンパクト銀河群の物理的性質の調査である。銀河の階層構造は孤立銀河(単一の銀河)から銀河団(銀河数は数百から数千)と多岐にわたるが、近傍銀河の半分以上は銀河群(銀河数は数個から十数個)という環境下に存在している。銀河の形成・進化の解明は銀河天文学の最終目的の一つであるが、この事実は、多くの銀河の形成・進化プロセスが銀河群という環境下で進行していることを意味している。また多くの研究によって、銀河衝突が銀河の進化に大きく関与していることも周知の事実となってきた。銀河群の中でもコンパクト銀河群は、小規模ながらも銀河同士が互いに触れ合わんばかりに近接した銀河集団であり、まさしく銀河の形成・進化を議論するためには最も適した研究対象である。しかしながらコンパクト銀河群はそのメンバー銀河の数の少なさから、メンバー銀河の重力的結び付きが疑問視されており、メンバー銀河が重力的に結び付いたリアルなコンパクト銀河群の抽出がこの研究の大きな問題点となっていた。

前述した問題点を克服する方法として、本研究論文の第1章では、筆者自らが行った光学深撮像観測にもとづき、メンバー銀河が共通の可視光のエンベロープに取り囲まれていることを新たな基準として設け、リアルなコンパクト銀河群を抽出した。筆者が抽出したリアルであると考えられるコンパクト銀河群では、その光度、サイズ、そして速度分散の間に相関関係が存在することが示されているが、これはメンバー銀河の重力的結び付きを無視した従来の研究では見出されなかったものである。また質量光度比とサイズの関係から、リアルなコンパクト銀河群が銀河合体の末、楕円銀河に進化していく可能性を指摘している。本章では、筆者は自らの観測データにもとづく積極的なリアルなコンパクト銀河群抽出を行い、その選出方法に対する一つの指針と、銀河群研究におけるメンバー銀河の重力的結び付きの考慮が如何に重要かという事を示しており、この点で非常に独創的である。

第2章では特に一つのコンパクト銀河群(“セイファートの六つ子”と呼ばれる)に注目した研究が議論されている。本章では光学深観測とX線観測にもとづいて、“セイファートの六つ子”ではメンバー銀河の各々に暗黒物質が付随していることが示された。暗黒物質が何処に存在するか、は宇宙物理学の大きなテーマの一つである。本研究はケース・スタディではあるが、銀河群における暗黒物質の空間分布に関して一つの例を示したことになる。

第3章では、分光観測によるコンパクト銀河群に属する銀河の中心核活動性が、孤立銀河における中心核活動性と比較・議論されている。筆者は自らのコンパクト銀河群銀河の分光観測データと過去の文献から、コンパクト銀河群銀河の分光データを集め、それを孤立銀河の分光データと比較している。その結果、銀河の中心核活動性はコンパクト銀河群銀河と孤立銀河では大きな差は見られず、銀河環境はその中心核活動性に対して大きく影響しないことが示された。銀河衝突は銀河の中心核活動性発現に関与していると考えられていたが、この研究はその反例を示したことになる。特に本研究に用いられたコンパクト銀河群銀河のサンプルは過去最大のものであることは特記すべき点である。

本研究で筆者は、独創的なアイディアのもとに積極的な観測とデータ収集を行っており、それによって従来見落とされていたコンパクト銀河群の物理的性質を見出した。これらは自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示しており、したがって、西浦慎悟提出の論文は、博士(理学)の学位論文として合格と認める。